

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 9 月 29 日 (29.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/091351 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/52, 23/12
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005364
- (22) 国際出願日: 2005 年 3 月 24 日 (24.03.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-086895 2004 年 3 月 24 日 (24.03.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
トクヤマ (TOKUYAMA CORPORATION) [JP/JP];
〒7458648 山口県周南市御影町 1 番 1 号 Yamaguchi
(JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 横山 浩樹

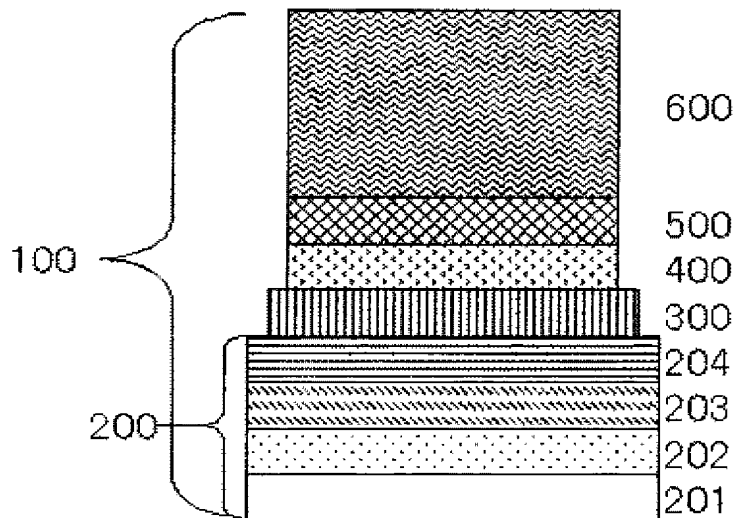
(YOKOYAMA, Hiroki) [JP/JP]; 〒7458648 山口県周南市御影町 1 番 1 号 株式会社トクヤマ内 Yamaguchi (JP).

- (74) 代理人: 鈴木 俊一郎 (SUZUKI, Shunichiro); 〒1410031 東京都品川区西五反田七丁目 1 3 番 6 号 五反田山崎ビル 6 階 鈴木国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,

[続葉有]

(54) Title: SUBSTRATE FOR DEVICE BONDING AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: 素子接合用基板およびその製造方法



(57) Abstract: Disclosed is a substrate for device bonding which enables to bond a device with high bonding strength to an Au electrode which is formed on the substrate composed of an aluminum nitride or the like by soldering at a low temperature using a soft solder metal having a low melting point such as an Au-Sn solder with an Au content of 10 weight%. The substrate for device bonding is characterized in that (i) a layer composed of a platinum group element, (ii) a layer composed of at least one transition metal element selected from the group consisting of Ti, V, Cr and Co, (iii) a barrier metal layer composed of at least one metal selected from the group consisting of Ag, Cu and Ni, and (iv) a solder layer composed of a solder mainly containing Sn or In are

sequentially formed in this order on an Au electrode layer which is formed over the surface of the substrate for device bonding.

(57) 要約: 本発明の目的は、窒化アルミニウム等の基板上に形成されたAu電極に、Au含有量10重量%のAu-Sn系ハンダのような低融点で柔らかいハンダ金属を用いて低温でハンダ付けを行ない、高接合強度で素子を接合することが可能な素子接合用基板を提供することにある。本発明に係る素子接合用基板は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有するハンダからなるハンダ層がこの順番で積層されてなることを特徴としている。

WO 2005/091351 A1



BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

素子接合用基板およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、素子を接合・固定するための基板及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 携帯電話や光通信などの普及に伴い高周波帯域で作動する高出力・高消費電力のGaAs系FET、Si-Ge系HBT、Si系MOSFETあるいはGaN系レーザーダイオードなどの半導体素子実装用基板としてセラミックス基板が高周波の誘電損失が少ないため使用されている。このセラミックス基板の中でも窒化アルミニウム焼結体基板は、熱伝導率が高く熱膨張係数が半導体素子に近いことから特に注目されている。

[0003] 通常、窒化アルミニウム焼結体等のセラミック基板上に素子を接合する場合には、メタライゼーションによりセラミック基板に強固に接合した第一、及び第二下地金属層を形成した後、該下地金属層上にAu、Ag、Pd、Pt等の貴金属からなる電極層を形成した後に、該貴金属電極層に素子をハンダ付けするのが一般的である。電極層については、導通抵抗が極めて小さい事、ワイヤボンディング性に優れていることからAuが好適に用いられている。このような素子のハンダ付け法としては、効率性の観点からリフロー法が採用されることが多く、そのために基板の電極層上には予め素子を接合するためのハンダ層パターンを形成しておく必要がある。このようなリフロー法用基板においては、半導体装置の高集積化に伴い基板上に形成されるハンダ層も薄膜技術を用いて微小領域に高精度に形成する必要があり、ハンダ層も熔融時に所期のハンダ組成となるように各種金属薄膜層を積層して形成するのが一般的である。なお、以下、このようなハンダを薄膜積層構造ハンダといい、電極層上に該薄膜積層構造ハンダパターンが形成されたセラミック基板を単にハンダ層付きセラミック基板ともいう。

[0004] このようなハンダ層付きセラミック基板におけるハンダ層としてはAu-Sn系の薄膜積層構造ハンダを用いた基板(特許文献1および2参照)、融点が183℃のSn-37重量%Pb共晶ハンダ或いはこれに微量の異種金属を添加したハンダ(以下、総称し

てSn-Pb共晶ハンダともいう)を与える薄膜積層構造ハンダを用いた基板等が知られている(特許文献3参照)。該上記Sn-Pb共晶ハンダは、電子工業用ハンダとして最も一般的なもので広く普及しており、薄膜積層構造ハンダ(例えばPb薄膜とSn薄膜を交互に積層したハンダ)でも強い接合力で素子を接合することができる。

- [0005] 一方、近年、鉛の有害性が問題となり鉛成分を含まない所謂Pbフリーハンダが用いられるようになってきている。Pbフリーハンダとしては、Sn-Pb共晶ハンダの代替という観点から該ハンダと同等の融点を持つものが望まれており、そのようなPbフリーハンダとしては、前記特許文献1に示される錫リッチAu-Snハンダ等が知られている。

特許文献1:特開2002-373960号公報

特許文献2:特開平11-192581号公報

特許文献3:特開平5-186884号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、前記特許文献1に示されるハンダ層付きセラミック基板、具体的にはAu電極層上にAg、Cu及びNiの群より選ばれる少なくとも1種類の金属(以後バリエー金属層と呼ぶ)を配置した上にSn又はInを主成分として含有するハンダ層、特にSn又はInを主成分として含有し、且つAuの含有量が20重量%未満である金属を配置した構成のハンダ層を有するセラミック基板に素子をハンダ付けした場合、初期の接合強度は優れるが、信頼性試験(具体的にはこれら接合体を-55℃と125℃に繰り返し暴露したヒートサイクル試験)後に接合強度が若干低下するという問題があることが明らかとなった。

- [0007] そこで本発明は、Pbフリーの薄膜積層構造ハンダを有するハンダ層付きセラミック基板であって、接合強度の信頼性の高いハンダ層付きセラミック基板を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 本発明者は前記特許文献1に開示されたハンダ層付きセラミック基板における信頼性試験後の接合強度低下の原因は、信頼性試験後におけるAu電極層とバリエー金

属層との密着強度の低下にあるのではないかと考え、両層の密着性を改良するために接着性金属として知られているTi層を配置することを試みた。しかしながら、この場合にはハンダ層付きセラミック基板と半導体素子を接合した際にTi層が開裂してしまい、開裂部においてAu電極層とバリヤー金属層が直接接触するようになるために、期待した効果を得ることができなかった。

[0009] そこで、本発明者は上記課題を解決すべく更に検討を行なった結果、Au電極層上に白金族元素を配置し、その上に接着性金属であるTi等の遷移金属層を配置し、更にその上にバリヤー金属層及びPbフリーハンダ層を配置した場合には、低温で素子のハンダ付けを行なうことができ、しかもその時の接合強度は高く、密着層の開裂も無く、信頼性試験後の接合強度の低下が無いという知見を得るに至った。そして、該知見に基づき更に検討を行なった結果、このような効果は錫リッチAu-Sn系ハンダを用いた時に限らず、In系のハンダにおいても奏され、特にAuの含有量が20重量%未満であるSnまたはIn系ハンダを用いた場合に顕著であることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0010] 即ち、第一の本発明は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属の層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有するハンダからなるハンダ層がこの順番で積層されてなることを特徴とする素子接合用基板である。ここで、特にハンダ層(iv)は、Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダからなることが好ましい。

[0011] 本発明の素子接合用基板の中でも、表面にAu電極層が形成されてなる基板として、窒化アルミニウムを主成分とするセラミック基板上に、Tiを主成分とする第一下地層金属層、Ptを主成分とする第二下地金属層、及びAuからなる電極層がこの順番で積層されたメタライズ基板を用いたものは、素子を接合して使用した時の高周波の誘電損失が少ないばかりでなくその時に発生する熱を放熱する機能が高いという特徴を有する。

[0012] また、第二の本発明は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上

に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有するハンダからなるハンダ層を順次(この順番で)形成することを特徴とする素子接合用基板の製造法である。ここで、特にハンダ層(iv)は、Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダからなることが好ましい。

[0013] また、第三の本発明は、前記した本発明の素子接合用基板のハンダ層上に電極を有する素子を当該電極が前記ハンダ層に接触するように載置した後にリフローハンダ付けすることを特徴とする素子接合基板の製造方法であり、第四の本発明は、該方法で製造された素子接合基板である。上記第三の本発明の製法によれば、例えば280℃未満という低温で素子を精度よく効率的にハンダ付けすることが出来、このようにして製造される第四の本発明の素子接合基板は、長期間安定に使用することができる。

発明の効果

[0014] 本発明の素子接合用基板を用いることにより、表面にAu電極が形成された基板のAu電極上に、錫リッチAu-Sn系ハンダのような融点が低く柔らかいハンダを用いて半導体素子を低温で高接合強度にハンダ付けすることが可能となる。そして、このようにして接合された本発明の素子接合基板は、使用時における温度差が大きくなっても接合部位が破壊され難く長期間安定して使用することが可能である。特に基板として表面にAu電極が形成された窒化アルミニウムを主成分とするセラミックス基板を用いたものは、このような特長に加えて高周波の誘電損失が少ないばかりでなく、使用時に発生する熱を放熱する放熱特性が良好であるという特長を併せ持つ非常に優れた素子接合基板である。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本図は、代表的な本発明の素子接合用基板の断面の模式図である。

[図2]本図は、比較例2(ハンダ層厚み5 μ m)においてハンダ溶融後における基板断面のSEM写真(組成像)である。

符号の説明

[0016] 100:素子接合用基板

200:表面にAu電極層が形成されてなる基板

201:窒化アルミニウム焼結体基板

202:Tiを主成分とする第1下地金属層

203:Ptを主成分とする第2下地金属層

204:Au電極層

300:白金族金属層

400:特定遷移金属層

500:バリヤー金属層

600:Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満である金属からなるハンダ層

発明を実施するための最良の形態

[0017] 本発明の素子接合用基板は、表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層(以下、白金族金属層ともいう)、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層(以下、特定遷移金属層ともいう。)、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリヤー金属層(以下、単にバリヤー層ともいう。)並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有するハンダからなるハンダ層がこの順番で積層されてなる。ここで、素子とは他の電氣的な配線に直接接続できる端子を有する抵抗やキャパシタ等の電氣的な部品及び半導体素子を意味する。

[0018] 本発明の素子接合用基板に用いる“表面にAu電極層が形成されてなる基板”は、その表面の一部又は全面に電極として機能するAuからなる層が形成された基板であれば特に限定されないが、半導体素子を接合して使用した時の高周波の誘電損失が少ないという観点から、窒化アルミニウム、アルミナ、SiC、Si₃N₄等のセラミック基板上あるいはSi基板上にメタライゼーションによりAu電極を形成したメタライズ基板を用いるのが好適である。なお、これらメタライズ基板においては、前記したようにAu電極層は、セラミックス基板に強固に接合した下地金属層上に直接又は間接的に形成されるのが一般的であり、例えばアルミナ基板においてはアルミナグリーンシ

ート上にタングステン又はモリブデン等の高融点金属ペーストからなる電極パターンを印刷し、該パターンをグリーンシートと同時焼結した後に、必要に応じて高融点金属層上にニッケル層を形成し、更にその上にAu電極を形成したものが好適に使用できる。また、窒化アルミニウムを主成分とするセラミック基板においては、窒化アルミニウム粉末に焼結助剤を添加して成形した後に焼結した基板の表面にスパッタリング法等により基本的に電極パターンと同一形状のTiを主成分とする第一下地金属層を形成した後に該第一下地金属層上に同じくスパッタリング法等によりPtを主成分とする第二下地金属層を形成し、さらにその上にスパッタリング法等によりAu電極層を形成して得たメタライズ基板が好適に使用できる。本発明の素子結合用基板においては、素子を接合して使用した時に発生する熱を放熱する放熱特性が良好であるという観点から、上記の様にして得られる窒化アルミニウム系メタライズ基板を用いるのが特に好適である。

[0019] 本発明の素子接合用基板は、上記Au電極層上に(i)白金族金属層、(ii)特定遷移金属層及び(iii)バリヤー金属層がこの順番で積層された積層構造を有する。このような層構造を形成することにより、その上に錫リッチAu-Sn系ハンダ等の低融点で柔らかいハンダの層を形成してハンダ付けを行なった場合に、低温で高接合強度のハンダ付けを行なうことが可能となり、しかもその接合性はヒートサイクルにも耐え得る信頼性の高いものとなる。なお、後述するように、製膜時にきれいな膜が形成された場合でもその上に別の金属層を形成するとき下地となる金属層の形態が変わることがある。本発明で言う積層又は積層構造とは、図1に示すような理想的なもののみを指すものではなく、このような製膜時の形態変化により部分的な乱れが生じたものをも含む概念である(少なくとも一部において積層又は積層構造があればよい)。

[0020] (i)白金族金属層とは、ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム及び白金からなる群より選ばれる少なくとも1種の元素、好適には白金及び／又はパラジウム、最も好適には白金で構成される層を意味する。該層を設けることにより、ハンダ付け時において(ii)特定遷移金属層に開裂が発生してもバリヤー金属と電極のAuが直接接合することがなくなり、(ii)特定遷移金属層の密着金属層としての効果が十分に発揮されるようになる。該層の厚さは0.1〜5 μm 、特に0.2〜3 μm であるのが好

適である。該層の厚さが $0.1\mu\text{m}$ 未満だと効果が低く、また $5\mu\text{m}$ 以上としてもその効果は $0.2\sim 3\mu\text{m}$ のときと殆ど変わらない。該層はAu電極表面の全面を被覆するのが好適であるが、上に形成される各種金属層が直接Au電極層と接触しなければ必ずしもAu電極層の全面を覆う必要はない。なお、該層の上に他の金属層を形成する際の製膜条件により上部の層を形成した後に該層の形態が変化する(膜の均一性が変化したり、一部合金化したりする)こともあるが、該層の製膜時に目視で確認できるような重大な欠陥がなければ、効果に影響はない。

[0021] (ii)特定遷移金属層は、Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素で構成される層であれば特に限定されないが、接合強度の信頼性の観点から、Ti及び／又はCr、特にTiからなる層であるのが好適である。該層を設けることにより素子をハンダ付けしたときの接合性を向上させることができ、接合の信頼性が高くなる。該層の厚さは、 $0.01\sim 1\mu\text{m}$ 、特に $0.03\sim 0.5\mu\text{m}$ であるのが好適である。該層の厚さが $0.01\mu\text{m}$ 未満だと効果が低く、また $1\mu\text{m}$ 以上としてもその効果は $0.03\sim 0.5\mu\text{m}$ のときと殆ど変わらない。なお、該層の上に他の金属層を形成する際の製膜条件により上部の層を形成した後に該層の形態が変化する(膜の均一性が変化し、穴があいて上層の金属と下層の金属が接触したり、一部合金化したりする)こともあるが、該層の製膜時に目視で確認できるような重大な欠陥がなければ、効果に影響はない。

[0022] (iii)バリヤー金属層は、Ag、Cu及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるものであれば特に限定されないが、効果の観点からはAgからなるのが最も好適である。該バリヤー金属層の厚さは、 $0.2\sim 5\mu\text{m}$ 、特に $1\sim 3\mu\text{m}$ であるのが好適である。該層の厚さが $0.2\mu\text{m}$ 未満だと効果が低く、また $5\mu\text{m}$ 以上としてもその効果は $1\sim 3\mu\text{m}$ のときと殆ど変わらない。

[0023] 前記Au電極層上に前記(i)乃至(iii)の各種金属層を形成する方法は特に限定されず、例えば、スパッタリング法、イオンプレーティング法、蒸着法、CVD法、メッキ法により好適に行なうことができる。

前記(i)～(iii)の各種金属層を形成した基板は、ハンダ付け時にハンダを供給して素子と接合することもできるが、本発明では、所定の位置に精度良く素子を接合するた

めに、バリヤー金属層上、好ましくは素子の接合予定部位のみに(iv)ハンダの層を形成する。このような基板(ハンダ層付き基板)とすることにより、素子の搭載位置を精密に制御でき、自動化も容易であるリフローハンダ付けを容易に行なうことが可能となる。この時、バリヤー金属層上に形成するハンダ層用のハンダとしては、前記バリヤー金属層の効果が特に高く、それ自体が比較的柔らかく低温でのハンダ付けができることから「Sn又はInを主成分として含有するハンダ」を用い、好ましくは「Sn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満、特に10重量%以下である金属から成るハンダ」を用いる。このようなハンダを具体的に例示すれば、前記した錫リッチAu-Sn系ハンダ、Sn100%ハンダ、Sn-Agハンダ、Sn-Biハンダ、Sn-Sbハンダ、Sn-Inハンダ、In100%ハンダ、In-Auハンダ(但しAuの含有量が20重量%未満のもの)、In-Agハンダ、In-Biハンダ、In-Sbハンダ、In-Znハンダ、及びこれらを任意に組み合わせたハンダ等が例示される。なお、素子をハンダ付けする際にハンダ層は下地の金属(例えばバリヤー層のAg)と反応(合金化)したり相互拡散したりするため、厳密な意味でのハンダ層組成を決定することは困難である。そこで、本発明では便宜上(iv)層として形成される金属をハンダ金属として扱う。

[0024] これらの中でも、素子と接合した後のダイシエア試験の接合強度が最も高いという理由から、Au-Sn系ハンダが特に好適に使用できる。また、本発明においては、上記したようなSn又はInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満である金属から成るハンダの中でも、前記したような素子を接合して使用した時の温度変化による接合部位の破壊が起り難いという観点から、融点280℃未満で且つヤング率が50GPa未満(at25℃)の金属からなるハンダを用いるのが最も好適である。

[0025] 本発明の素子接合用基板における上記ハンダ層は、単一金属又は単一組成の合金からなる1層から成っていてもよく、また、各層が溶融して混合した時に前記したような条件を満足するような組成となるように、異なる種類の金属(または合金)からなる複数の層の積層体から成っていてもよい。但し、該ハンダ層全体の厚さは、1〜10 μ m、さらに2〜6 μ m、特に好ましくは3〜6 μ mとするのが好適である。該層の厚さが1 μ m未満ではハンダの絶対量が少ないために十分な接合強度が得られない傾向があり、逆に10 μ mを越える厚さとした時はハンダ量が多すぎるために接合後にハンダ

が素子の側面や上面(半導体素子においては発光面ともなる)を遮る不具合が生じたりすることがある。

- [0026] 前記バリヤー金属層上に上記のようなハンダ層を形成する方法は特に限定されず、例えば、スパッタリング法、イオンプレーティング法、蒸着法、CVD法、メッキ法により好適に行なうことができる。

本発明の素子接合用基板に半導体素子等の素子を接合する方法は特に限定されず、公知のハンダ付け法が限定なく採用できるが、精度よい接合を効率的に行なうことができるという理由より、ハンダ付き基板である本発明の素子接合用基板のハンダ層上に電極を有する素子を当該電極が前記ハンダ層に接触するように載置した後にリフローハンダ付けするのが好適である。なお、リフローハンダ付け(リフローソルダーリング)とは、基板の所定のランド上、又は部品電極、あるいはその両方に予めハンダを供給しておき、部品を基板上の所定の位置に固定した後に、ハンダを溶かし(フローさせ)て、部品と基板との接合を行なう方法である。上記方法において、ハンダをリフローさせる方法は特に限定されずリフローコンベヤを利用する方法、熱板用をいする方法、ベーパーリフロー法等が採用できる。また、加熱温度や加熱時間は用いるハンダの種類に応じて適宜決定すればよいが、本発明の素子接合用基板を用いた場合には、用いたハンダの特性が損なわれないので、例えば錫リッチAu-Sn系ハンダを用いた場合には、280℃未満の低温で良好なハンダ付けを行なうことが可能である。

- [0027] なお、ハンダ付けする素子は、ハンダにより接合可能な金属から成る電極を有するものであれば特にされない。一般的な半導体素子においては、上記電極はAuで構成されているものが多い。このようなAu電極を有する素子をハンダ付けする際には、Au電極のAu原子がハンダに拡散すると考えられるが、後述する実施例に示されるように、Au電極を有する素子をハンダ付けした場合にも高い接合強度が得られることからこの時に起る拡散は接合強度に重大な影響を及ぼさないと思われる。しかしながら、このような拡散が防止できることから、ハンダと接触し得る電極表面がAg、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属、特にAgで被覆された電極を有する素子を使用するのが好適である。

[0028] 以下、実施例及び比較例を挙げて本発明を更に詳しく説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。

実施例1

図1に示すような構造の素子接合用基板を以下の様にして作製した。なお、図1は、代表的な本発明の素子接合用基板100の断面を示す概念図であり、窒化アルミニウム焼結体基板201上に、Tiを主成分とする第1下地金属層202、Ptを主成分とする第2下地金属層203、及びAu電極層204がこの順番で積層された基板200のAu電極層上に、(i)白金族金属層300、(ii)特定遷移金属層400を順番に積層し、その上に(iii)バリヤー金属層500、及び(iv)Sn系あるいはIn系であってかつAuの含有量が20重量%未満である金属からなるハンダ層600が積層された構造を有する。

[0029] 先ず、窒化アルミニウム焼結体基板{50.8mm×50.8mm×t0.3mm(株)トクヤマ製}の表面にスパッタリング装置を用いてスパッタリング法により厚さ0.06 μ mのTiを主成分とする第1下地金属層、厚さ0.2 μ mのPtを主成分とする第2下地金属層、及び厚さ0.6 μ mのAu電極層を順次形成した後にパターニングを行なった。次いで、上記Au電極層上に厚さ0.25 μ mの白金族金属Ptを形成し、パターニングした後、真空蒸着装置を用いて上記Pt上に厚さ0.06 μ mのTi及び2 μ mのAgからなるバリヤー層を形成した。その後引続いて、ターゲットとしてAu及びSnを用いた同時蒸着法により、Au含有量が10重量%のAu-Sn合金{融点217℃及びヤング率45.0 GPa(at25℃)}から成る厚さ5 μ mのハンダ層を上記バリヤー層上に形成し、本発明の素子接合用基板を作製した。次に、このようにして作製した素子接合用基板のハンダ層上にAu電極を有する半導体素子を載置し、ダイボンダー装置を用いて250℃で30秒接合し、素子接合基板を作製した。同様にして40個の素子接合基板を作製し、そのうち10個をダイシェアテスタ(IMADA社製)により接合強度を測定したところ、平均接合強度は2.8kgf/mm²であった。その後、TABAI社THERMAL-SHOCK-CHAMBER(TSV-40S)を用いて、残り30個の接合体を-55℃と125℃に繰り返し暴露したヒートサイクル試験を行い、暴露回数が各々100回後、500回後、1000回後に10個ずつ接合体を取り出し、接合強度を測定した。その結果を表1に示す。

[0030] [表1]

| | 白金族金属層 種類 | 特定遷移金属 層 種類 | ハンダ層 種類 | ハンダ層の膜 厚 (μm) | バリヤー 金属層 種類 | バリヤー-金属 層の膜厚 (μm) | 信頼性試験前 接合強度平均 ($n=10$) | 信頼性試験 100回後接合 強度平均 ($n=10$) | 信頼性試験 500回後接合 強度平均 ($n=10$) | 信頼性試験 1000回後接合 強度平均 ($n=10$) |
|------|--------------|-------------------|------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|--|---|
| 実施例1 | Pt | Ti | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 28 | 32 | 26 | 30 |
| 実施例2 | Pt | Ti | In100% | 5 | Ag | 2 | 25 | 23 | 23 | 26 |
| 実施例3 | Pt | Ti | Au10-Sn | 5 | Cu | 2 | 24 | 21 | 22 | 24 |
| | Pt | Ti | Au10-Sn | 5 | Ni | 2 | 23 | 26 | 27 | 22 |
| | Pt | Ti | Au10-Sn | 2 | Ag | 2 | 21 | 22 | 21 | 24 |
| 実施例4 | Pt | Ti | Au10-Sn | 3 | Ag | 2 | 24 | 22 | 24 | 23 |
| | Pt | Ti | Au10-Sn | 6 | Ag | 2 | 27 | 25 | 26 | 27 |
| | Pt | Ti | Au10-Sn | 10 | Ag | 2 | 31 | 35 | 28 | 33 |
| | Pt | Ti | Au10-Sn | 5 | Ag | 1 | 26 | 27 | 23 | 24 |
| 実施例5 | Pt | Ti | Au10-Sn | 5 | Ag | 3 | 25 | 22 | 26 | 27 |
| | Pt | Ti | Au10-Sn | 5 | Ag | 5 | 27 | 23 | 29 | 25 |
| | Pd | Ti | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 26 | 24 | 28 | 26 |
| 実施例6 | Pt | Cr | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 28 | 26 | 26 | 28 |
| | Pt | V | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 27 | 28 | 29 | 28 |
| | Pt | Co | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 29 | 27 | 26 | 27 |
| | 無し | 無し | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 28 | 22 | 24 | 20 |
| 比較例1 | 無し | 無し | Au10-Sn | 2 | Ag | 2 | 21 | 15 | 1.1 | 0.9 |
| 比較例2 | 無し | Ti | Au10-Sn | 5 | Ag | 2 | 27 | 23 | 20 | 2.1 |

[0031] 実施例2

ターゲットとしてIn{融点156℃、ヤング率12.7GPa(at25℃)}を用いた蒸着法により厚さ5 μm のハンダ層を形成する以外は実施例1と同様にして、素子接合用基板

を作製し、接合温度を210℃とする他は実施例1と同様にして素子接合基板を作製した。同様にして40個の素子接合基板を作製し、実施例1と同様にして接合強度を測定したところ、平均接合強度は2.5kgf/mm²であった。また、ヒートサイクル試験後の結果を表1に示す。

[0032] 実施例3

実施例1において、バリヤー層の材質をAgから表1に示す金属に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例1と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表1に示す。

実施例4

実施例1において、ハンダ層の膜厚を表1に示す膜厚に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例1と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表1に示す。

[0033] 実施例5

実施例1において、バリヤー層の膜厚を表1に示す膜厚に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例1と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表1に示す。

実施例6

実施例1において、白金族金属層あるいは特定遷移金属層の材質を表1に示す金属に変える他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し、実施例1と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表1に示す。

[0034] 比較例1

実施例1において、白金族金属層及び特定遷移金属層を設けない他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し実施例1と同様にして接合強度を測定した。また同じ構成でハンダ層の膜厚を変化させた場合についても評価を行った。その結果を併せて表1に示す。表1に示されるように、白金族金属層及び特定遷移金属層を設けない場合には、信頼性試験後の接合強度に若干の低下が見られた。

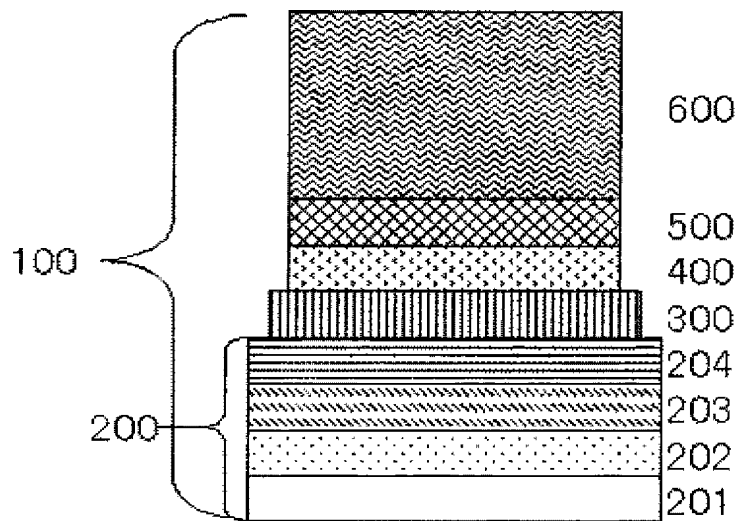
[0035] 比較例2

実施例1において、白金族金属層を設けない他は同様にして、素子接合用基板及び素子接合基板を作製し実施例1と同様にして接合強度を測定した。その結果を併せて表1に示す。表1に示されるように、白金族金属層を設けない場合にも、信頼性試験後の接合強度に若干の低下が見られた。その原因は図2に示されるように、素子接合用基板のハンダを溶融した際に遷移金属元素Tiが開裂し、開裂部においてAu電極層とバリヤー金属層が直接接するため比較例1と大差が無いためと考えられる。

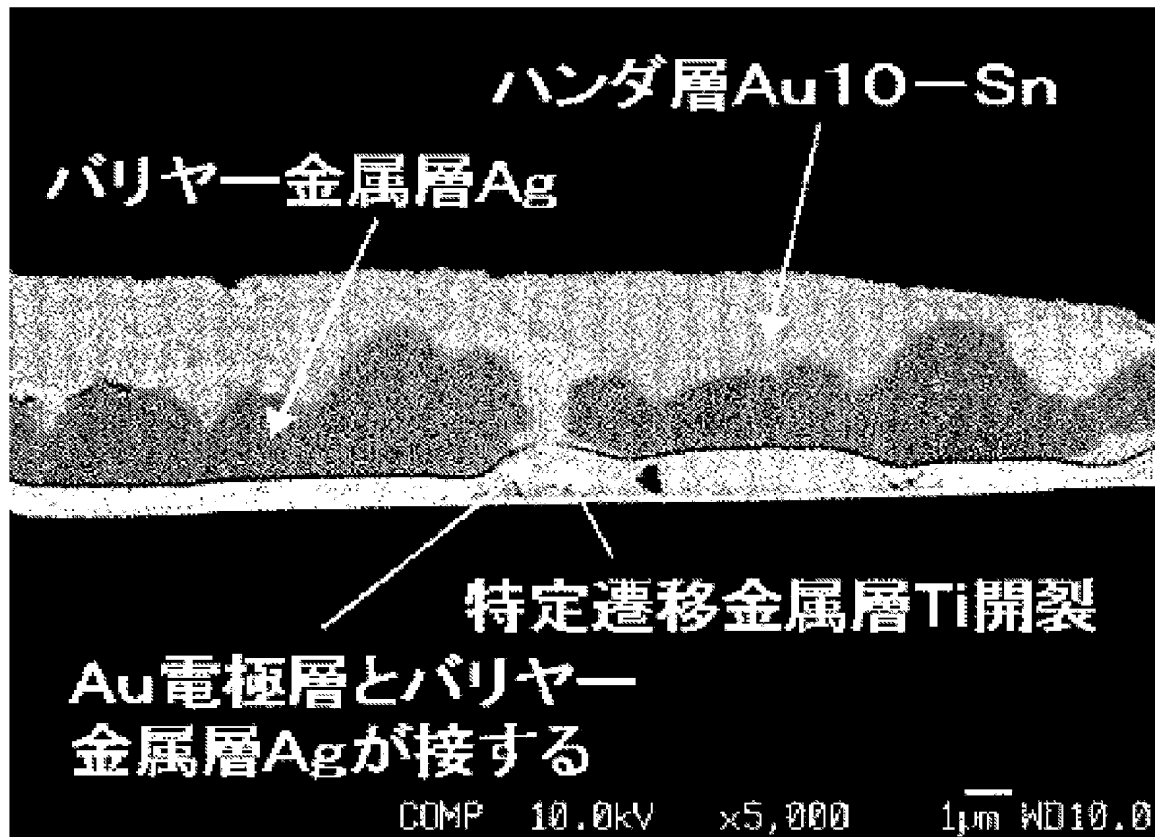
請求の範囲

- [1] 表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリアー金属層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有するハンダからなるハンダ層がこの順番で積層されてなることを特徴とする素子接合用基板。
- [2] ハンダ層(iv)がSnまたはInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダからなる請求項1に記載の素子接合用基板。
- [3] 表面にAu電極層が形成されてなる基板が、窒化アルミニウムを主成分とするセラミックス基板上に、Tiを主成分とする第一下地金属層、Ptを主成分とする第二下地金属層、及びAuからなる電極層がこの順番で積層されたメタライズ基板である請求項1または2に記載の素子接合用基板。
- [4] 表面にAu電極層が形成されてなる基板の該Au電極層上に(i)白金族元素からなる層、(ii)Ti、V、Cr及びCoからなる群より選ばれる少なくとも1種の遷移金属元素からなる層、(iii)Ag、Cu、及びNiよりなる群より選ばれる少なくとも1種の金属からなるバリアー金属層並びに(iv)Sn又はInを主成分として含有するハンダからなるハンダ層を順次形成することを特徴とする素子接合用基板の製造方法。
- [5] ハンダ層(iv)がSnまたはInを主成分として含有し且つAuの含有量が20重量%未満であるハンダからなる請求項4に記載の素子接合用基板の製造方法。
- [6] 請求項4または5に記載の製法で製造される素子接合用基板。
- [7] 請求項1に記載の素子接合用基板のハンダ層上に電極を有する素子を当該電極が前記ハンダ層に接触するように載置した後にリフローハンダ付けすることを特徴とする素子接合基板の製造方法。
- [8] 請求項7に記載の方法で製造される素子接合基板。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005364

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H01L21/52, 23/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl.⁷ H01L21/52, 23/12Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 2002-368020 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 20 December, 2002 (20.12.02), & WO 2003/094220 A1 | 1-8 |
| A | JP 2004-72048 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 04 March, 2004 (04.03.04), & WO 2004/015756 A1 | 1-8 |
| A | JP 61-119051 A (NEC Corp.), 06 June, 1986 (06.06.86), (Family: none) | 1-8 |
| A | JP 60-74539 A (Hitachi, Ltd.), 26 April, 1985 (26.04.85), (Family: none) | 1-8 |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 June, 2005 (06.06.05)Date of mailing of the international search report
21 June, 2005 (21.06.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005364

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP 2002-124524 A (Kyocera Corp.), 26 April, 2002 (26.04.02), (Family: none) | 1-8 |
| A | JP 2003-200289 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 15 July, 2003 (15.07.03), (Family: none) | 1-8 |
| A | JP 2002-373960 A (Tokuyama Corp.), 26 December, 2002 (26.12.02), & WO 2002/103787 A1 | 1-8 |

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/52, 23/12

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H01L21/52, 23/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2005年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2005年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2005年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A | JP 2002-368020 A (住友電気工業株式会社) 2002.12.20 & WO 2003/094220 A1 | 1-8 |
| A | JP 2004-72048 A (住友電気工業株式会社) 2004.03.04 & WO 2004/015756 A1 | 1-8 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.06.2005

国際調査報告の発送日

21.06.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

田中 永一

4 R

9539

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | JP 61-119051 A (日本電気株式会社) 1986.06.06 (ファミリーなし) | 1-8 |
| A | JP 60-74539 A (株式会社日立製作所) 1985.04.26 (ファミリーなし) | 1-8 |
| A | JP 2002-124524 A (京セラ株式会社) 2002.04.26 (ファミリーなし) | 1-8 |
| A | JP 2003-200289 A (古河電気工業株式会社) 2003.07.15 (ファミリーなし) | 1-8 |
| A | JP 2002-373960 A (株式会社トクヤマ) 2002.12.26 & WO 2002/103787 A1 | 1-8 |